

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Norifumi SHUKUNAMI, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: April 15, 2004

Examiner:

For: OPTICAL AMPLIFIER AND CONTROL METHOD FOR OPTICAL AMPLIFIER

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-386456

Filed: November 17, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: April 15, 2004

By: 

H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 1 月 1 7 日

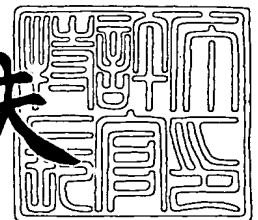
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 8 6 4 5 6
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 8 6 4 5 6]

出 願 人
Applicant(s): 富士通株式会社

2 0 0 4 年 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0351886
【提出日】 平成15年11月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04J 14/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 宿南 宣文
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 田中 智登
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目9番18号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 内藤 真由美
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100104190
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 酒井 昭徳
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041759
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9906241

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光信号の入力パワーを検出する入力パワー検出手段と、
前記光信号の出力パワーを検出する出力パワー検出手段と、
前記光信号を増幅する光増幅手段と、
前記光増幅手段によって前記光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出する変化要因検出手段と、

前記入力パワー検出手段によって検出された入力パワーと、前記出力パワー検出手段によって検出された出力パワーと、前記変化要因検出手段によって検出された利得を変化させる要因とに基づき前記利得が一定となるよう制御する制御手段と、
を備えたことを特徴とする光増幅器。

【請求項 2】

前記変化要因検出手段は、前記光信号の入力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、

前記制御手段は、前記入力パワー検出手段によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光増幅器。

【請求項 3】

前記変化要因検出手段は、前記光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、

前記制御手段は、前記入力パワー検出手段によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光増幅器。

【請求項 4】

前記変化要因検出手段は、前記光信号の出力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、

前記制御手段は、前記出力パワー検出手段によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光増幅器。

【請求項 5】

光信号の入力パワーを検出する入力パワー検出工程と、
前記光信号の出力パワーを検出する出力パワー検出工程と、
前記光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出する変化要因検出工程と、
検出された前記入力パワーと、前記出力パワーと、前記利得を変化させる要因とに基づき、前記利得が一定となるよう制御する制御工程と、
を含んだことを特徴とする光増幅器の制御方法。

【書類名】明細書**【発明の名称】光増幅器および光増幅器の制御方法****【技術分野】****【0001】**

この発明は、光ファイバ伝送ロスや光機能デバイス損失を補償する光増幅器および光増幅器の制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

光通信システムにおいて、光増幅器は、光ファイバ伝送ロスや光機能デバイス損失を補償するものとして使われている。近年では、インターネットの普及に伴い通信需要が急速に増加しており、光増幅器は、広帯域性を活かして波長多重光通信（WDM）システムにも用いられている。また、長距離幹線系だけに限らず、技術の成熟とともに都市内（メトロ）リング網にも導入が盛んになってきている。

【0003】

光増幅器の光増幅方法としては、希土類添加光ファイバ増幅器、半導体光増幅器（SOA）、光ファイバラマン増幅器等が挙げられる。希土類添加光ファイバ増幅器の希土類としては、1525～1625nmを増幅するEr（エルビウム）、1480～1510nmを増幅するTm（トリウム）、1300nm帯を増幅するPr（プラセオジウム）が挙げられる。現在、光通信システムでは、Er添加光ファイバ増幅器（EDFA: Er Doped Fiber Amplifier）が主流である（例えば、下記特許文献1～4参照。）。

【0004】

従来、光増幅器の制御方法には、光出力を一定レベルに保つALC制御（Automatic Level Control）、利得を一定に制御するAGC制御（Automatic Gain Control）、光増幅器の励起光または励起電流を制御するAPC（Automatic Power Control）、ACC（Automatic Current Control）が用いられている。

【0005】

図9は、一般的な光増幅器の制御方法を示す図である。入力された光信号の一部をビームスプリッタ（BS）901を用いて分岐し、受光器（PD: Photo Diode）902を用いて光信号入力レベルを検出する。BS901で出力される一方の光信号は増幅部903に入力され、増幅部903はこの光信号を励起LD（Laser Diode）904の励起光を用いて増幅する。増幅部903の出力側では、同様にビームスプリッタ（BS）905を用いて分岐し、受光器（PD）906を用いて光信号出力レベルを検出する。AGC制御の場合、入力側のPD902と出力側のPD906で検出された光レベルが制御回路907に入力され、制御回路907は、予め設定された固定の利得となるように励起LD904の励起光を制御する。なお、ALC制御の場合には、出力側のPD906で検出された光レベルが設定された光出力レベルになるよう励起光を制御する。

【0006】

図10は、光増幅器の自然放出光を説明する図表である。光増幅器は、信号を増幅するときに増幅された自然放出光（ASE: Amplified Spontaneous Emission）を発生する。図の横軸は波長、縦軸は光出力レベルである。図示のように、ASE1001は、信号1002の波長帯域より広い波長帯域において発生する。図9に示した出力側のPD906では、信号1002の他に、このASE1001も同時に検出するため、より正確に設定された信号利得、または信号出力に制御するには、このASE1001を補正する必要がある。

【0007】

ASE1001の補正は、AGC制御の場合、入力側のPD902が出力する電圧にASE1001の補正電圧を加算し、出力側のPD906の電圧と比較して設定された利得に制御する方法と、入力側のPD902の電圧と、出力側のPD906の電圧からASE

1001の補正電圧を減算し、設定された利得に制御する方法がある。

【0008】

【特許文献1】特開2000-299518号公報

【特許文献2】特開平10-262032号公報

【特許文献3】特開平11-112434号公報

【特許文献4】特開2000-232433号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、従来、このASE補正電圧は、設定された利得、出力に対して一定の値を用いていた。ASE発生量は、光増幅部の温度、信号入力パワー、信号出力パワー、励起光パワー等の増幅条件によって大きく変化する。このため、信号利得を一定に設定しておいたとしても、ASEパワーに温度依存性があるため温度の変化によって利得が変化するという問題があった。同様に、信号入力パワーが変化したときにも利得が変化するという問題があった。

【0010】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、温度や信号入力のパワーが変化しても設定された利得および出力パワーを保つことができる光増幅器および光増幅器の制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明の光増幅器は、光信号の入力パワーを検出する入力パワー検出手段と、前記光信号の出力パワーを検出する出力パワー検出手段と、前記光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出する変化要因検出手段と、検出された前記入力パワーと、前記出力パワーと、前記利得を変化させる要因とに基づき前記利得が一定となるよう制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0012】

この発明によれば、光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出することにより、設定された利得を保つことができる。例えば、利得を変化させる要因である光増幅器の温度や信号入力パワーが変化しても固定の利得を安定して保つことができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明にかかる光増幅器および光増幅器の制御方法によれば、光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出して制御に用いるため、光増幅器の温度や信号入力パワーが変化した場合であっても、設定された固定の利得を保つことができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる光増幅器および光増幅器の制御方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0015】

はじめに、ASEの各種特性について説明する。図1は、ASEパワーの各種特性を測定する測定系を示すブロック図である。複数の信号光源101(101a~101n)は、異なる波長の光信号を出力し、それぞれ光可変減衰器(光可変ATT)102(102a~102n)を介して光信号出力が調整された状態で波長合波器(AWG: Arrayed Waveguide Grating)110により合波され、光スイッチ(SW)121、光アイソレータ122、WDMフィルタ123に出力される。

【0016】

光スイッチ121は、入力された光信号を試験対象素子(D. U. T)としてのEDF130あるいは光パワーメータ131側に切り替える。光パワーメータ131は、信号光源101a~101nから供給された、例えば1.55 μ m帯(1582.0nm~15

95.5 nm) の光信号の光パワーを検出する。WDMフィルタ123は、信号光源101a~101nから供給される、例えば1.55 μm帯(1582.0 nm~1595.5 nm) の光信号と、励起LD141から例えば1472 nmの光信号を合波させてEDF130の一端に供給する。

【0017】

EDF130の他端にも同様にWDMフィルタ124および励起LD142が設けられる。WDMフィルタ124の出力は、光アイソレータ125を介して光スペクトラムアナライザ151に出力される。光スペクトラムアナライザ151は、入力された光信号の波長-光パワーを測定する。

【0018】

図2は、EDFのASEパワー、および信号出力パワーとASEパワーを合わせた総出力パワーの温度依存性を示した図表である。横軸は温度、縦軸はASEパワー201(実線)、および総出力パワー202(点線)である。図1に示した測定系を用いた測定結果であり、光信号の入力パワーは光パワーメータ131にて測定し、出力パワーは光スペクトラムアナライザ151によって測定し、総信号入力パワー-21 dBm、利得31 dBときの実験結果である。信号利得を一定(31 dB)としたときにおいても、ASEパワー201に温度依存性があるため、総出力パワー202は、0~70℃の範囲で11.0~12.1 dBm変化した。EDF130はこのような温度依存性をもっているため、単に総出力パワー202を検出してAGC制御を行ったとしても、13.5~14.2 dBの利得誤差が生じる。

【0019】

次に、図3は、EDFのASEパワー、総出力パワーの信号入力パワー依存性を示した図表である。横軸が信号の総入力パワー(P_{in, total})であり、縦軸はASEパワー301(実線)、および総出力パワー302(点線)である。利得を一定(31 dB)とし、温度を25℃とした。信号入力パワーが-21~-11 dBmの範囲で可変したとき、ASEパワー301は11.5 dBmから3 dBmに変化した。信号入力パワーが-21 dBm時のASE量11.5 dBmを固定として、ASE補正をかけると、-16 dBm時の目標総出力は、

【0020】

$$10 \times \log [10^{(11.5/10)} + 10^{((-16+31)/10)}] = 16.6 \text{ dBm}$$

【0021】

となるが、実際の信号利得が31 dBときの総出力パワー302は、15.9 dBmであるのでおおよそ0.7 dBの利得誤差が生じる。同様に、信号入力パワーが-16 dBm時は、おおよそ0.7 dBの利得誤差が生じる。このように、ASEパワー301は、利得に比例して変化する。

【0022】

図4は、この発明の光増幅器の基本構成を示すブロック図である。光増幅部401の前段には、光増幅部401に入力される光信号をモニタする光入力検出部402を設け、光増幅部401の後段には、光増幅部401から出力される光信号をモニタする光出力検出部403を設ける。

【0023】

光入力検出部402は、入力された光信号の一部を分岐するビームスプリッタ411と、ビームスプリッタ411によって分岐された光信号のパワー(レベル)を検出する受光器(PD)412を有する。同様に、光出力検出部403は、光増幅部401から出力された光信号の一部を分岐するビームスプリッタ421と、ビームスプリッタ421によって分岐された光信号のパワー(レベル)を検出する受光器(PD)422を有する。

【0024】

光増幅部401は、光増幅器431と、励起LD432によって構成されている。これらは前述したEDF130と、LD141、142(図1参照)等によって構成することができる。この光増幅部401には、光増幅器431の温度を検出するサーミスタ等の温

度検出部 433 が設けられる。

【0025】

制御部 404 は、各部から出力される検出信号に基づいて励起 LD 432 の駆動を制御する。この制御部 404 には、光入力検出部 402 の受光器 412 と、光出力検出部 403 の受光器 422 がそれぞれ検出した光信号のパワーの検出信号が入力される。また、光増幅部 401 の温度検出部 433 が検出した温度の検出信号が入力される。この制御部 404 は、光増幅部 401 に対する光信号の入出力パワーと、光増幅部 401 の温度に基づき、出力される ASE パワーを計算する。そして、計算された ASE パワーに基づき、光増幅器 431 の利得と出力が予め定めた値となるように励起 LD 432 を駆動制御する。これにより、光増幅器 431 の温度や、信号入力パワー（または、信号出力パワー、利得）が変化した場合であっても、正確に設定されている固定の利得と出力を維持することができる。

【0026】

以下の実施形態では、AGC 制御における ASE 補正制御に関して説明する。AGC 制御により ASE 補正を行う場合、光信号の入力に基づき補正を行う方法と、出力に基づき補正を行う 2 通りの方法が考えられる。

【0027】

（実施の形態 1）

この発明の実施の形態 1 は、AGC 制御により ASE 補正を行うものであり、光信号の入力パワーに基づいて補正を行う構成である。図 5 は、光増幅器の実施の形態 1 の構成を示すブロック図である。図 4 と同一の構成部には同一の符号を附してある。

【0028】

制御部 404 は、図示しない CPU、ROM、RAM 等により構成され、プログラムの実行により ASE 補正処理を行う。上述した受光器 412、422、温度検出部 433 から出力される検出信号は、A/D 変換器 501、502、503 を介して制御部 404 内に取り込まれる。また、ASE 補正処理の結果である制御信号は、D/A 変換器 504 を介して LD ドライバ部 511 を駆動制御し、励起 LD 432 を発光制御する。

【0029】

光入力検出部 402 の受光器 412 は、光信号の入力パワーに対応する入力モニタ電圧 V_{in} を検出信号として出力する。また、光出力検出部 403 の受光器 422 は、光信号の出力パワーに対応する出力モニタ電圧 V_{out} を検出信号として出力する。また、光増幅部 401 の温度検出部 433 は、光増幅器 431 の温度に対応する温度モニタ電圧 V_{temp} を検出信号として出力する。LD ドライバ部 511 は、励起ドライブ電圧 V_{pump} を励起 LD 432 に出力し、励起 LD 432 はこの励起ドライブ電圧 V_{pump} に対応した励起 LD 出力 P_{out} を光増幅器 431 に出力する。

【0030】

制御部 404 は、入力補正演算部 521 と、利得演算部 522 によって構成される。入力補正演算部 521 には、光入力検出部 402 の受光器 412 の検出信号を A/D 変換器 501 により A/D 変換した後の検出信号と、光増幅部 401 の温度検出部 433 の検出信号を A/D 変換器 502 により A/D 変換した後の検出信号が入力される。利得演算部 522 には、入力補正演算部 521 による入力補正演算結果と、光出力検出部 403 の受光器 422 の検出信号を A/D 変換器 503 により A/D 変換した後の検出信号が入力され、LD ドライバ部 511 を駆動する制御信号を D/A 変換器 504 を介して出力する。

【0031】

図 6 は、実施の形態 1 による ASE 補正の利得制御を示すフローチャートである。この利得制御にかかる処理は、制御部 404 の入力補正演算部 521 と、利得演算部 522 により実行される。光増幅器 431 の利得は、式 (1) により表される。

【0032】

【数 1】

$$\text{利得} = \frac{P_{\text{out}} + P_{\text{outase}}}{P_{\text{in}}} \quad \dots (1)$$

$$\doteq \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}} + \frac{P_{\text{outase}}}{G_{\text{set}}}(P_{\text{in}}, T)}$$

【0 0 3 3】

はじめに、入力補正演算部 5 2 1 は、温度モニタ電圧 V_{temp} を検出し、温度 T を算出する（ステップ S 6 0 1）。次に、入力モニタ電圧 V_{in} と、出力モニタ電圧 V_{out} を検出し、入出力パワー P_{in} , P_{out} を算出する（ステップ S 6 0 2）。次に、式（1）に基づいて、算出された温度 T と、検出された入力パワー P_{in} と、固定値として設定された設定利得 G_{set} により発生する A S E 量（ P_{outase} ）を算出する（ステップ S 6 0 3）。次に、入力パワー P_{in} と、A S E 量 P_{outase} と、設定利得 G_{set} により、補正入力パワー P_{in}' を下記式（2）を用いて演算する（ステップ S 6 0 4）。

【0 0 3 4】

【数 2】

$$P_{\text{in}}' = P_{\text{in}} + \frac{P_{\text{outase}}}{G_{\text{set}}} \quad \dots (2)$$

【0 0 3 5】

次に、モニタ利得 G_{mon} を下記式（3）により演算する（ステップ S 6 0 5）。

【0 0 3 6】

【数 3】

$$G_{\text{mon}} = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}'} \quad \dots (3)$$

【0 0 3 7】

そして、利得演算部 5 2 2 は、モニタ利得 G_{mon} が設定利得 G_{set} に一致するように、励起 L D 4 3 2 の励起 L D 出力 P_{pout} を調整する。具体的には励起 L D 4 3 2 を駆動する L D ドライバ部 5 1 1 の励起ドライブ電圧 V_{pump} を調整する（ステップ S 6 0 6）。

【0 0 3 8】

以上説明したように、実施の形態 1 によれば、光増幅部の温度と、入力パワー（レベル）を新たに A S E 補正用のパラメータとして用い、光増幅部の温度や入力パワーが変化しても光増幅部の利得が常に一定となるよう制御することができるようになる。

【0 0 3 9】

（実施の形態 2）

この発明の実施の形態 2 は、A G C 制御により A S E 補正を行うものであり、光信号の出力パワーに基づいて補正を行う構成である。図 7 は、光増幅器の実施の形態 2 の構成を示すブロック図である。実施の形態 1（図 5 参照）と同一の構成部には同一の符号を附してある。

【0 0 4 0】

制御部 4 0 4 は、利得演算部 5 2 2 と、出力補正演算部 6 0 1 とによって構成される。出力補正演算部 6 0 1 には、光入力検出部 4 0 2 の受光器 4 1 2 の検出信号を A/D 変換器 5 0 1 により A/D 変換した後の検出信号と、光増幅部 4 0 1 の温度検出部 4 3 3 の検

出信号を A/D 変換器 5 0 2 により A/D 変換した後の検出信号と、光出力検出部 4 0 3 の受光器 4 2 2 の検出信号を A/D 変換器 5 0 3 により A/D 変換した後の検出信号とが入力される。利得演算部 5 2 2 には、出力補正演算部 6 0 1 による出力補正演算結果と、光入力検出部 4 0 2 の受光器 4 1 2 の検出信号を A/D 変換器 5 0 1 により A/D 変換した後の検出信号が入力され、LD ドライバ部 5 1 1 を駆動する制御信号を D/A 変換器 5 0 4 を介して出力する。

【0 0 4 1】

図 8 は、実施の形態 2 による A S E 補正の利得制御を示すフローチャートである。この利得制御にかかる処理は、制御部 4 0 4 の出力補正演算部 6 0 1 と、利得演算部 5 2 2 により実行される。

【0 0 4 2】

はじめに、出力補正演算部 6 0 1 は、温度モニタ電圧 V_{temp} を検出し、温度 T を算出する（ステップ S 8 0 1）。次に、入力モニタ電圧 V_{in} と、出力モニタ電圧 V_{out} を検出し、入出力パワー P_{in} , P_{out} を算出する（ステップ S 8 0 2）。次に、算出された温度 T と、検出された入力パワー P_{in} と、固定値として設定された設定利得 G_{set} により発生する A S E 量 (P_{outase}) を算出する（ステップ S 8 0 3）。

【0 0 4 3】

次に、出力パワー P_{out} と、A S E 量 P_{outase} により、補正出力パワー P_{out}' を下記式 (4) を用いて算出する（ステップ S 8 0 4）。

$$P_{out}' = P_{out} - P_{outase} \cdots (4)$$

【0 0 4 4】

次に、モニタ利得 G_{mon} を下記式 (5) により算出する（ステップ S 8 0 5）。

【0 0 4 5】

【数 4】

$$G_{mon} = \frac{P_{out}'}{P_{in}} \cdots (5)$$

【0 0 4 6】

そして、利得演算部 5 2 2 は、モニタ利得 G_{mon} が設定利得 G_{set} に一致するように、励起 LD 4 3 2 の励起 LD 出力 P_{pout} を調整する。具体的には励起 LD 4 3 2 を駆動する LD ドライバ部 5 1 1 の励起ドライブ電圧 V_{pump} を調整する（ステップ S 8 0 6）。

【0 0 4 7】

以上説明したように、実施の形態 2 によれば、光増幅部の温度と、入力パワー（レベル）を新たに A S E 補正用のパラメータとして用い、光増幅部の温度や入力パワーが変化しても光増幅部の出力パワーが常に一定となるよう制御することができるようになる。特に、複数波長の光信号を多重してなる波長多重信号を増幅する光増幅器の利得が一定となるように制御することができるため、光ファイバ伝送ロスや光機能デバイス損失の補償を容易に行えるようになる。

【0 0 4 8】

以上の各実施形態で説明したように、この発明の光増幅器および光増幅器の制御方法によれば、入力パワー（レベル）と、温度を検出し、これらをパラメータとして A S E 補正を行うため、入力パワーおよび温度の変化に対応して変化する A S E を適切に補正することができるようになり、一定な利得（出力パワー）を得ることができるようになる。なお、上記の各実施形態では、入力パワーおよび温度の変化を検出する構成としたが、少なくとも入力パワーあるいは温度のいずれか一方を検出し、これをパラメータとして A S E 補正を行うだけでも従来に比して A S E 補正をより適切に行えるようになる。

【0 0 4 9】

なお、本実施の形態で説明した光増幅器の制御方法は、予め用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーション等のコンピュータで実行することにより実

現することができる。このプログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行される。またこのプログラムは、インターネット等のネットワークを介して配布することが可能な伝送媒体であってもよい。

【0050】

(付記1) 光信号の入力パワーを検出する入力パワー検出手段と、
前記光信号の出力パワーを検出する出力パワー検出手段と、
前記光信号を増幅する光増幅手段と、
前記光増幅手段によって前記光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出する変化要因検出手段と、
前記入力パワー検出手段によって検出された入力パワーと、前記出力パワー検出手段によって検出された出力パワーと、前記変化要因検出手段によって検出された利得を変化させる要因とに基づき前記利得が一定となるよう制御する制御手段と、
を備えたことを特徴とする光増幅器。

【0051】

(付記2) 前記変化要因検出手段は、前記光信号の入力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記入力パワー検出手段によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記載の光増幅器。

【0052】

(付記3) 前記変化要因検出手段は、前記光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記入力パワー検出手段によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記載の光増幅器。

【0053】

(付記4) 前記変化要因検出手段は、前記光信号の入力パワー、および前記光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記入力パワー検出手段によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記載の光増幅器。

【0054】

(付記5) 前記変化要因検出手段は、前記光信号の出力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記出力パワー検出手段によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記載の光増幅器。

【0055】

(付記6) 前記変化要因検出手段は、前記光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記出力パワー検出手段によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記載の光増幅器。

【0056】

(付記7) 前記変化要因検出手段は、前記光信号の出力パワー、および前記光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御手段は、前記出力パワー検出手段によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記1に記

載の光増幅器。

【0057】

(付記8) 前記制御手段は、予め設定された利得となるように前記光増幅手段に設けられた励起LDの駆動を制御することを特徴とする付記1～7のいずれか一つに記載の光増幅器。

【0058】

(付記9) 光信号の入力パワーを検出する入力パワー検出工程と、
前記光信号の出力パワーを検出する出力パワー検出工程と、
前記光信号を増幅する際に利得を変化させる要因を検出する変化要因検出工程と、
検出された前記入力パワーと、前記出力パワーと、前記利得を変化させる要因とに基づき、前記利得が一定となるよう制御する制御工程と、
を含んだことを特徴とする光増幅器の制御方法。

【0059】

(付記10) 前記変化要因検出工程は、前記光信号の入力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御工程は、前記入力パワー検出工程によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記9に記載の光増幅器の制御方法。

【0060】

(付記11) 前記変化要因検出工程は、前記光信号を増幅する光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御工程は、前記入力パワー検出工程によって検出された光信号の入力パワーに前記要因の値を加算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記9に記載の光増幅器の制御方法。

【0061】

(付記12) 前記変化要因検出工程は、前記光信号の出力パワーに依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御工程は、前記出力パワー検出工程によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記9に記載の光増幅器の制御方法。

【0062】

(付記13) 前記変化要因検出工程は、前記光信号を増幅する光増幅手段の温度に依存して変化する要因の値を検出し、
前記制御工程は、前記出力パワー検出工程によって検出された光信号の出力パワーから前記要因の値を減算して前記利得が一定となるよう制御することを特徴とする付記9に記載の光増幅器の制御方法。

【産業上の利用可能性】

【0063】

以上のように、本発明にかかる光増幅器および光増幅器の制御方法は、光ファイバ伝送ロスや光機能デバイス損失を補償する光増幅器に有用であり、特に、ASEをAGC制御により補正し常時一定な利得を保持する光増幅器に適している。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】 ASEパワーの各種特性を測定する測定系を示すブロック図である。

【図2】 EDFのASEパワー、および信号出力パワーとASEパワーを合わせた総出力パワーの温度依存性を示した図表である。

【図3】 EDFのASEパワー、総出力パワーの信号入力パワー依存性を示した図表である。

【図4】 この発明の光増幅器の基本構成を示すブロック図である。

【図5】 光増幅器の実施の形態1の構成を示すブロック図である。

【図 6】実施の形態 1 による A S E 補正の利得制御を示すフローチャートである。

【図 7】光増幅器の実施の形態 2 の構成を示すブロック図である。

【図 8】実施の形態 2 による A S E 補正の利得制御を示すフローチャートである。

【図 9】一般的な光増幅器の制御方法を示す図である。

【図 1 0】光増幅器の自然放出光を説明する図表である。

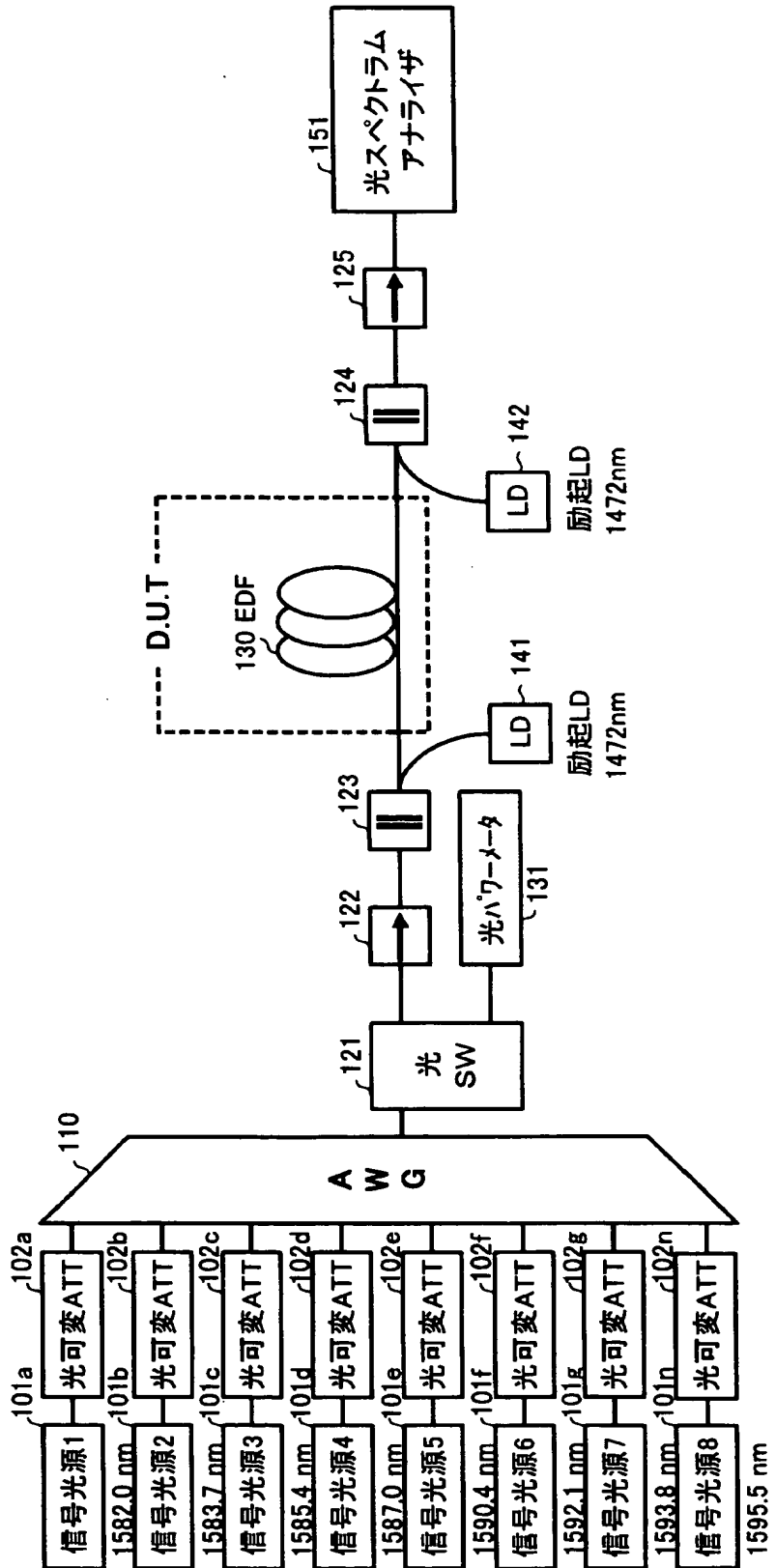
【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

- 1 0 1 (1 0 1 a ~ 1 0 1 n) 信号光源
- 1 0 2 (1 0 2 a ~ 1 0 2 n) 光可変減衰器
- 1 3 0 E D F
- 1 4 1 , 1 4 2 励起 L D
- 4 0 1 光増幅部
- 4 0 2 光入力検出部
- 4 0 3 光出力検出部
- 4 1 1 , 4 2 1 ビームスプリッタ
- 4 1 2 , 4 2 2 受光器
- 4 3 1 光増幅器
- 4 3 2 励起 L D
- 4 3 3 温度検出部
- 4 0 4 制御部
- 5 0 1 , 5 0 2 , 5 0 3 A / D 変換器
- 5 0 4 D / A 変換器
- 5 1 1 L D ドライバ部
- 5 2 1 入力補正演算部
- 5 2 2 利得演算部
- 6 0 1 出力補正演算部

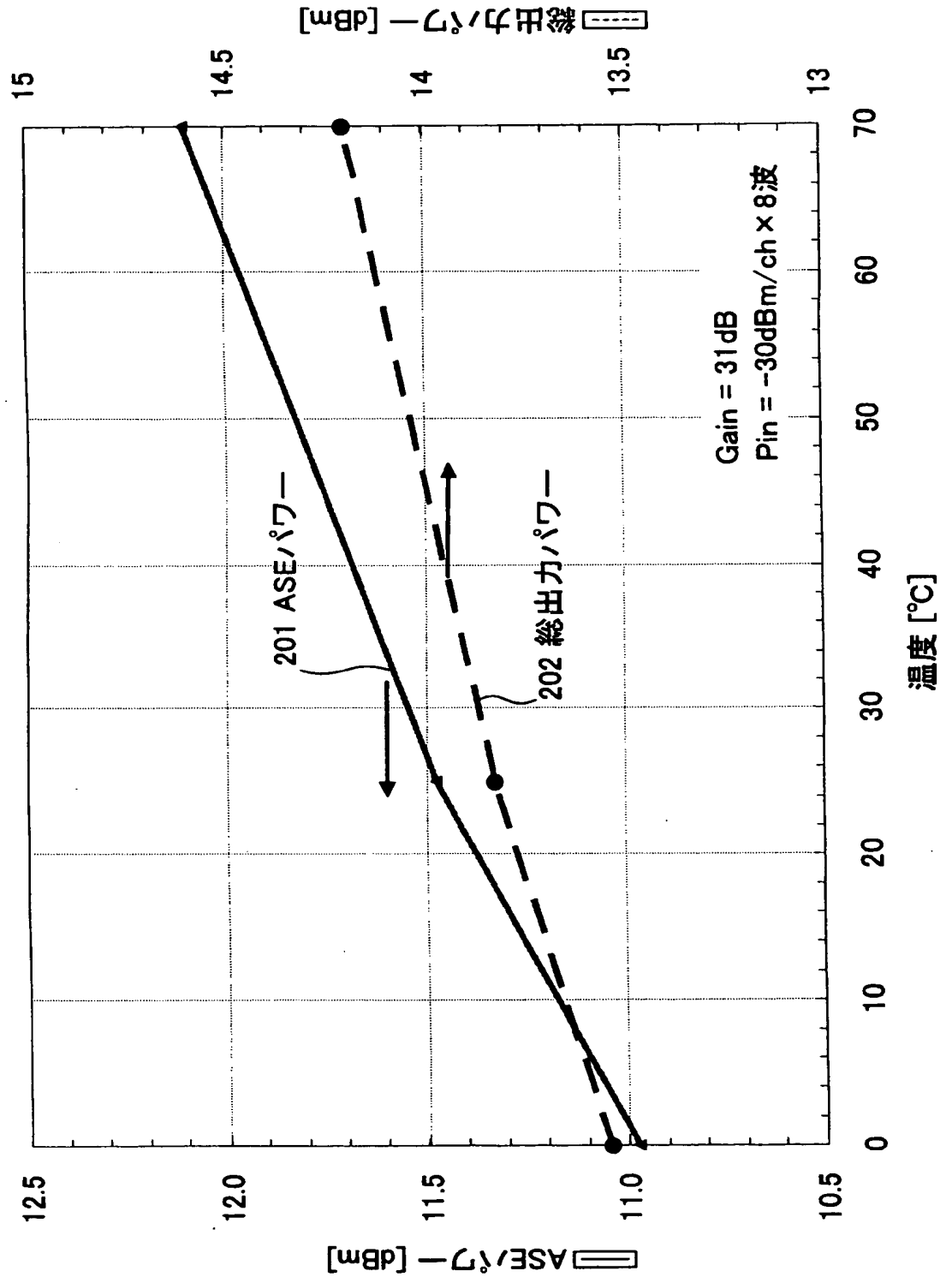
【書類名】 図面
【図 1】

ASEパワーの各種特性を測定する測定系を示すブロック図



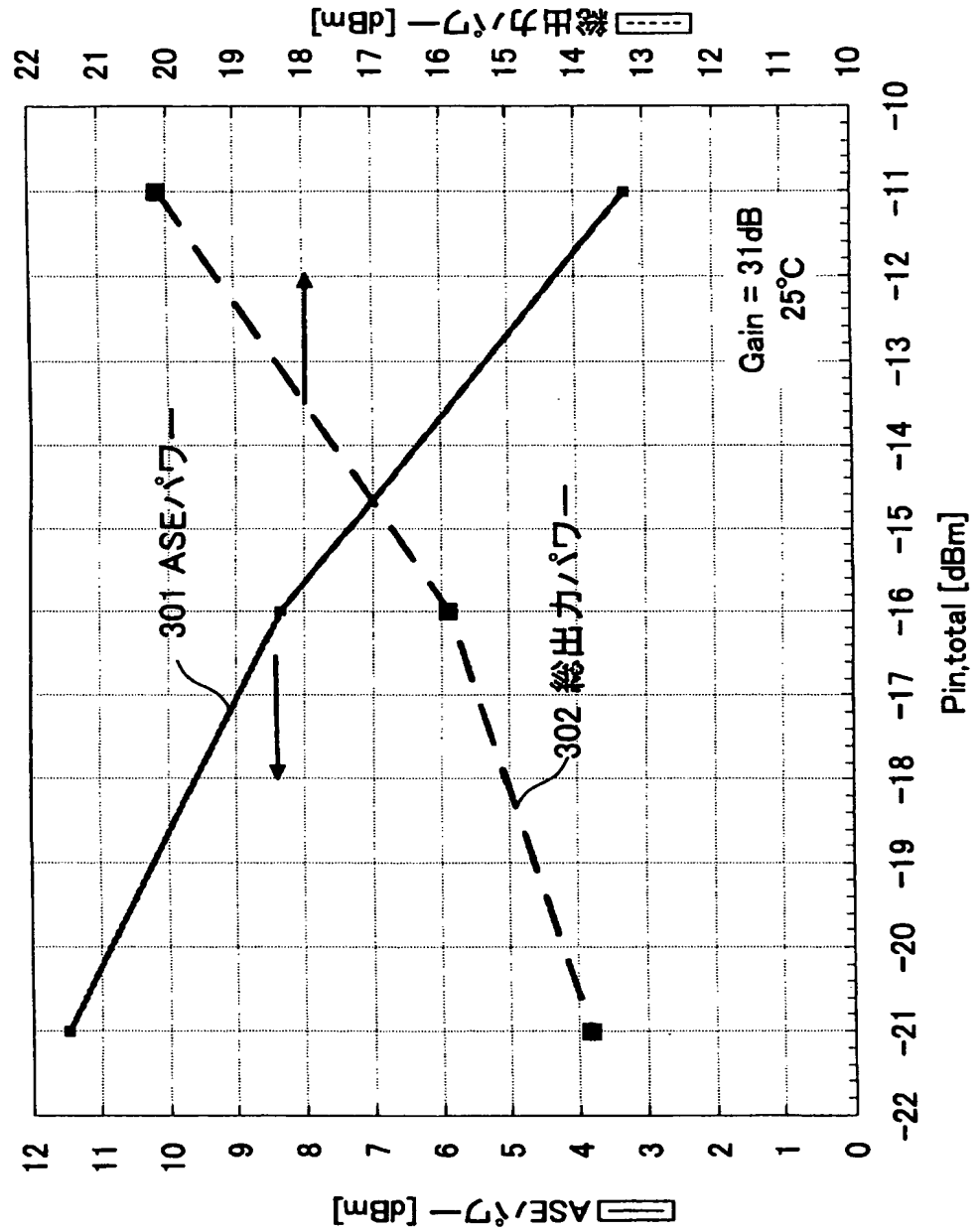
【図 2】

EDFのASE出力パワー、および信号出力パワーとASE出力パワーを合わせた
総出力パワーの温度依存性を示した図表



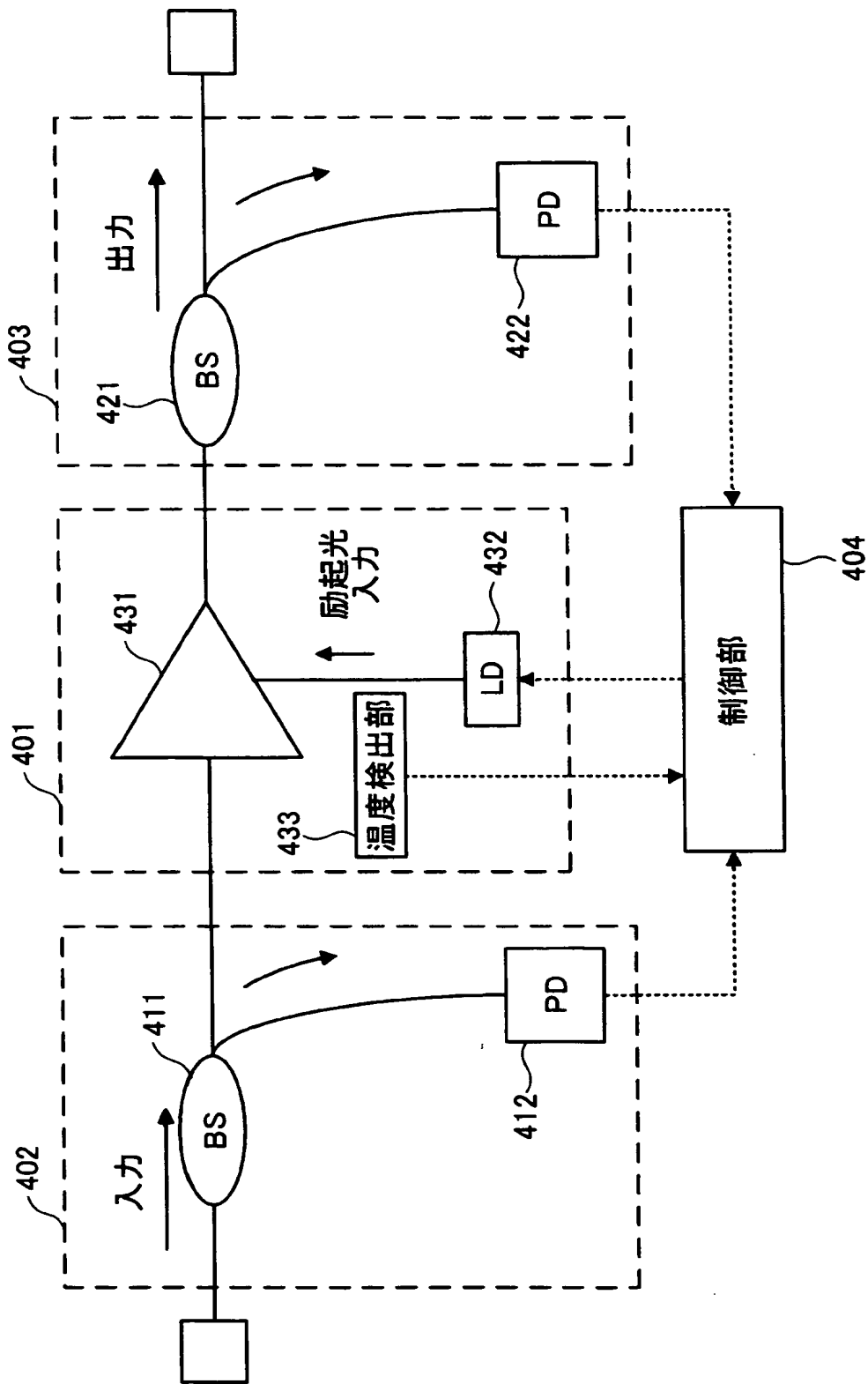
【図 3】

EDFのASE出力パワー、総出力パワーの信号入力パワー依存性を示した図表



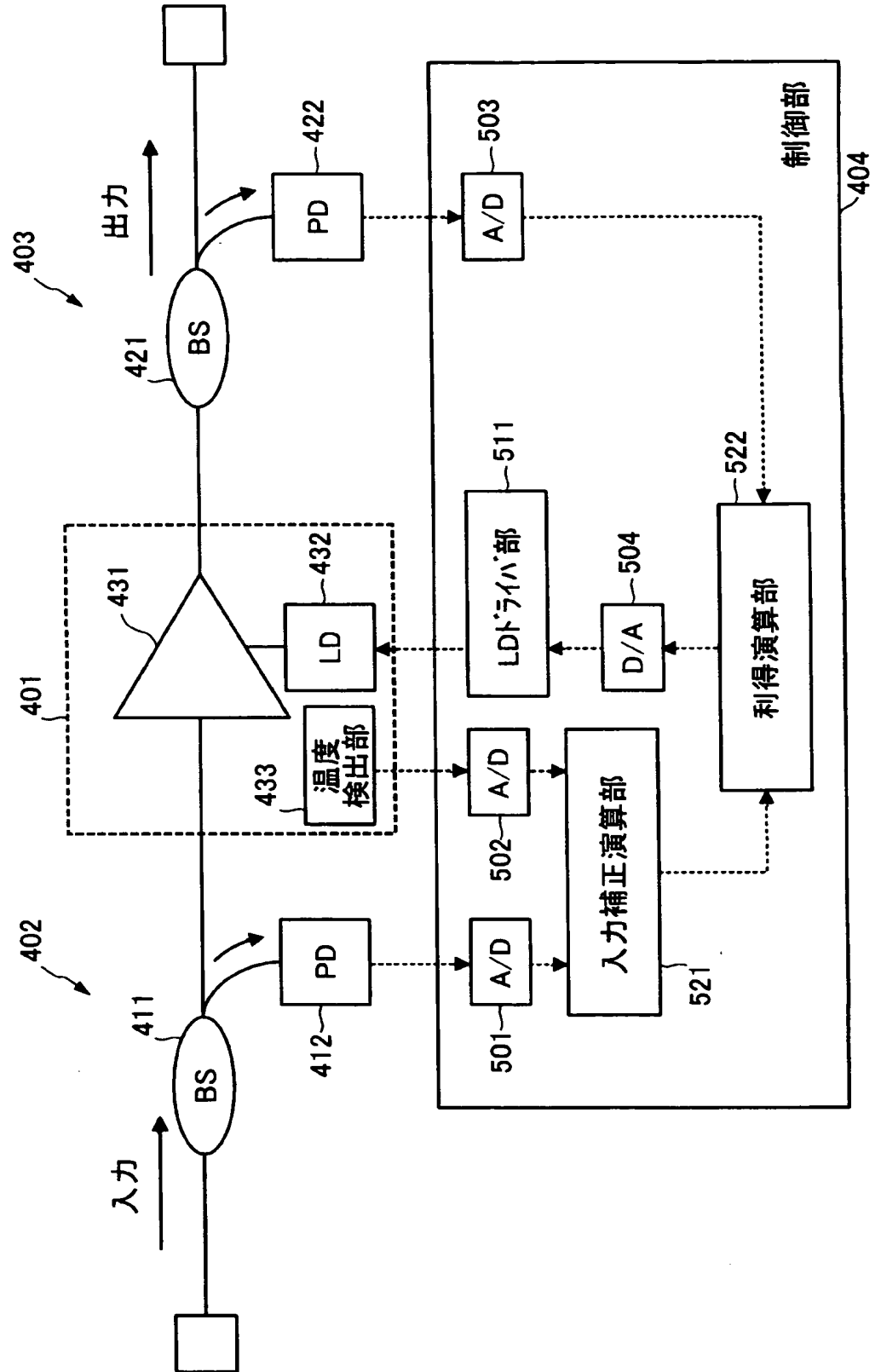
【図 4】

この発明の光増幅器の基本構成を示すブロック図



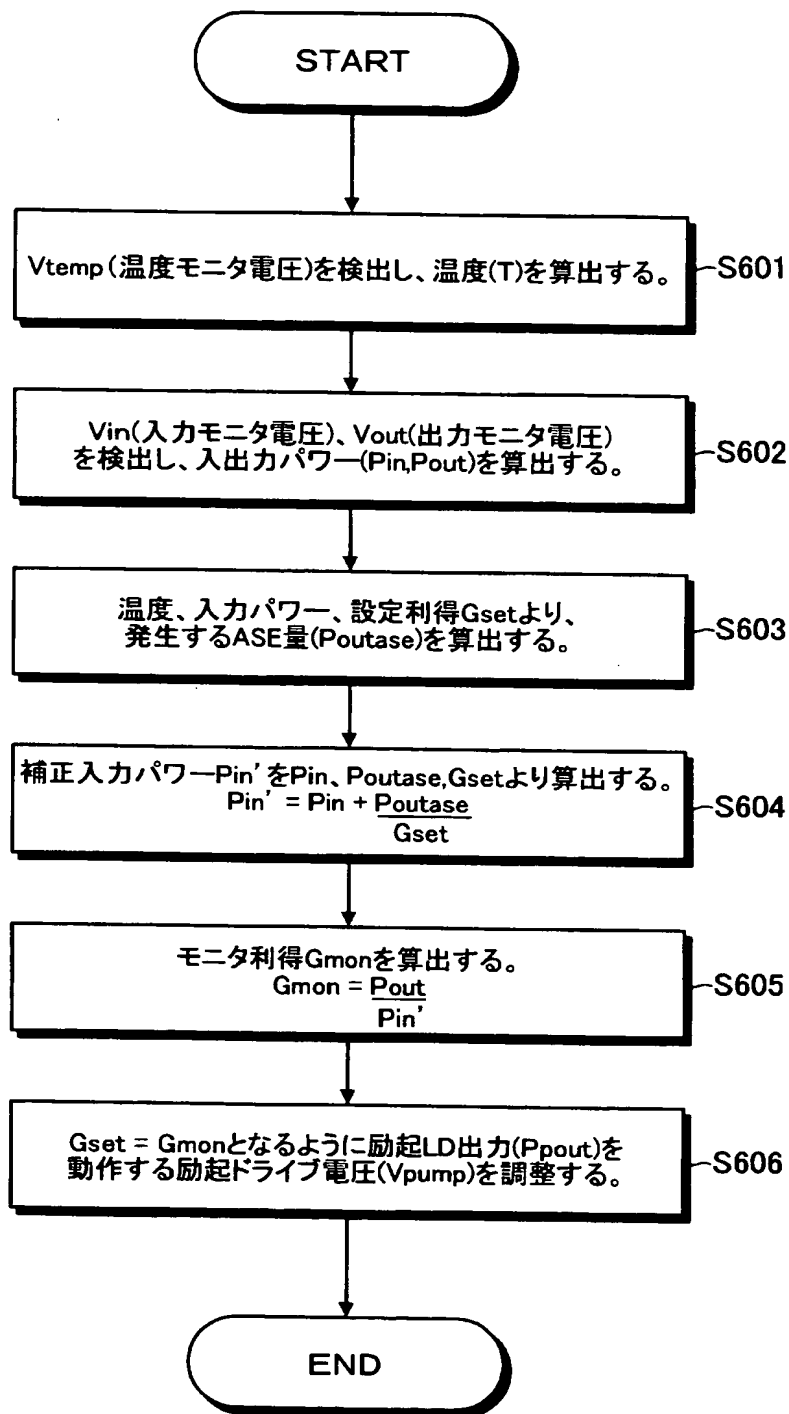
【図 5】

光増幅器の実施の形態1の構成を示すブロック図



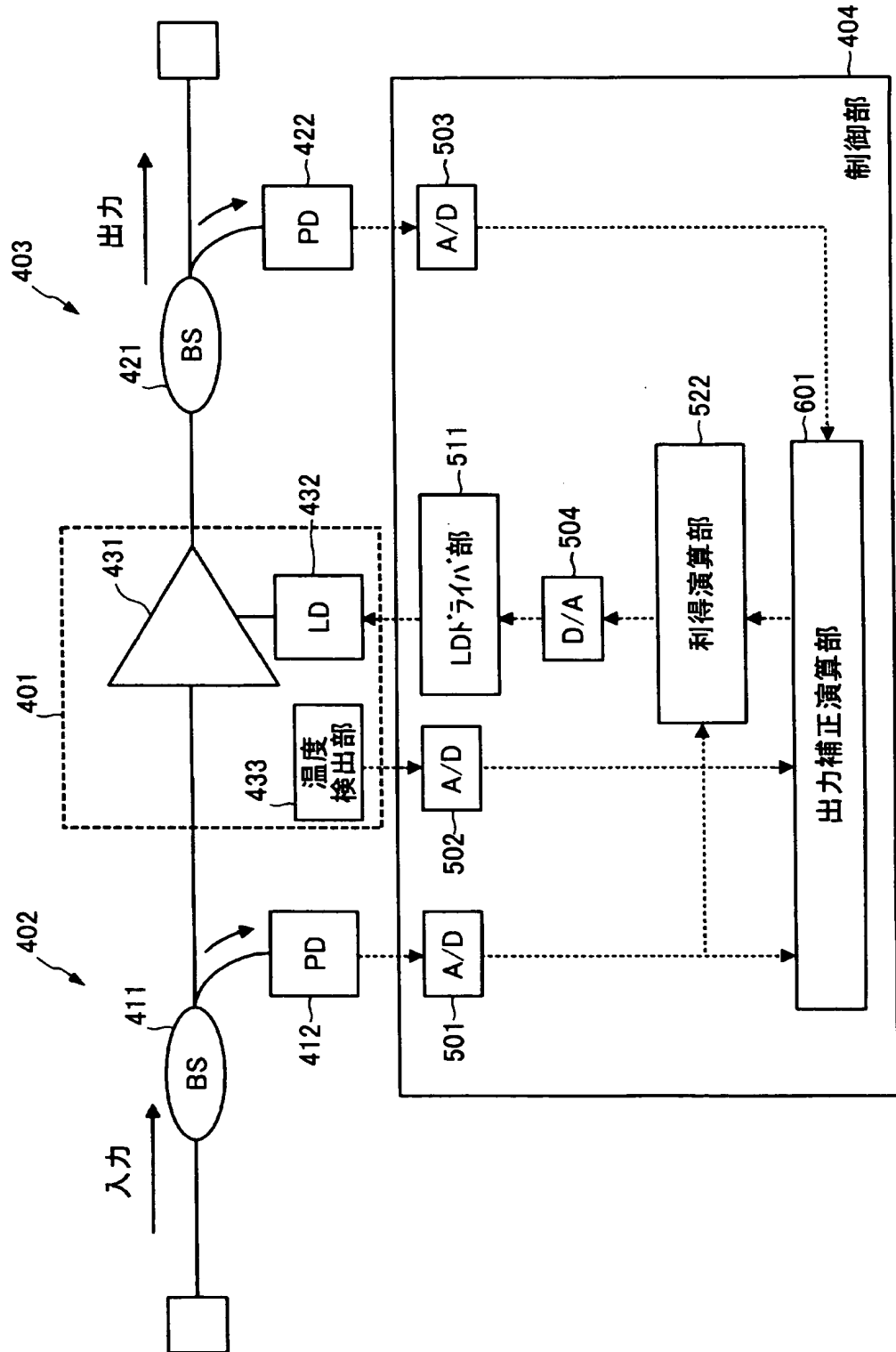
【図 6】

実施の形態1によるASE補正の利得制御を示すフローチャート



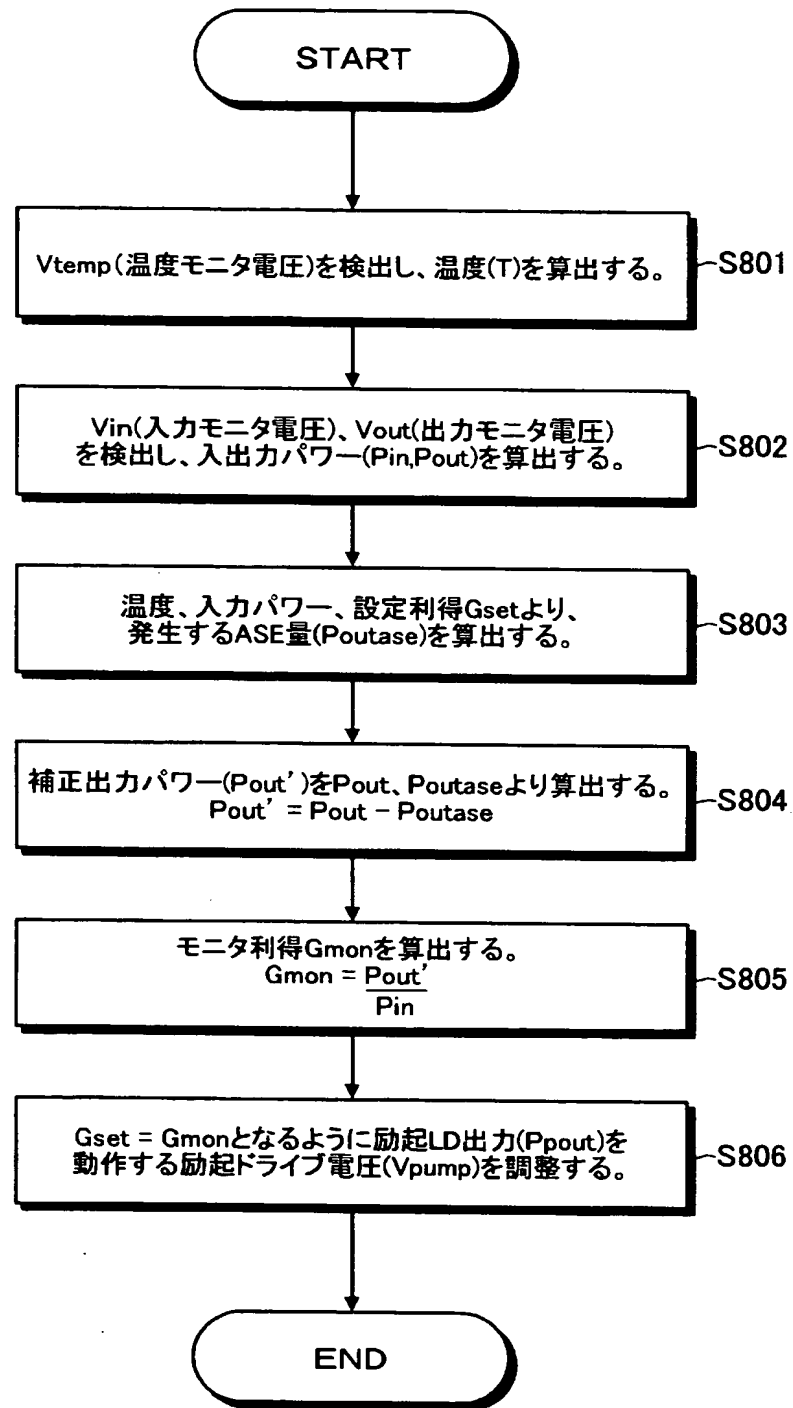
【図 7】

光増幅器の実施の形態2の構成を示すブロック図



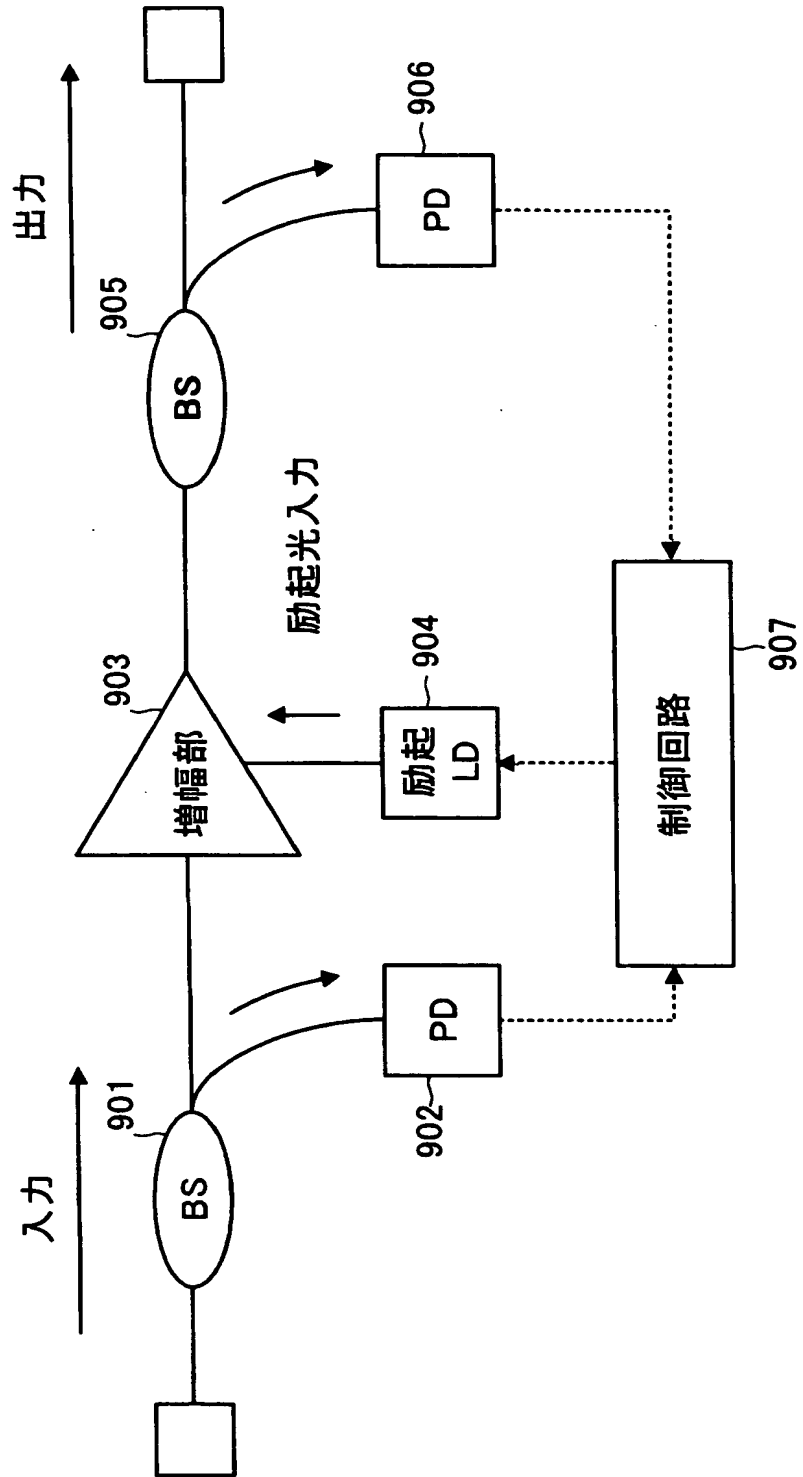
【図 8】

実施の形態2によるASE補正の利得制御を示すフローチャート



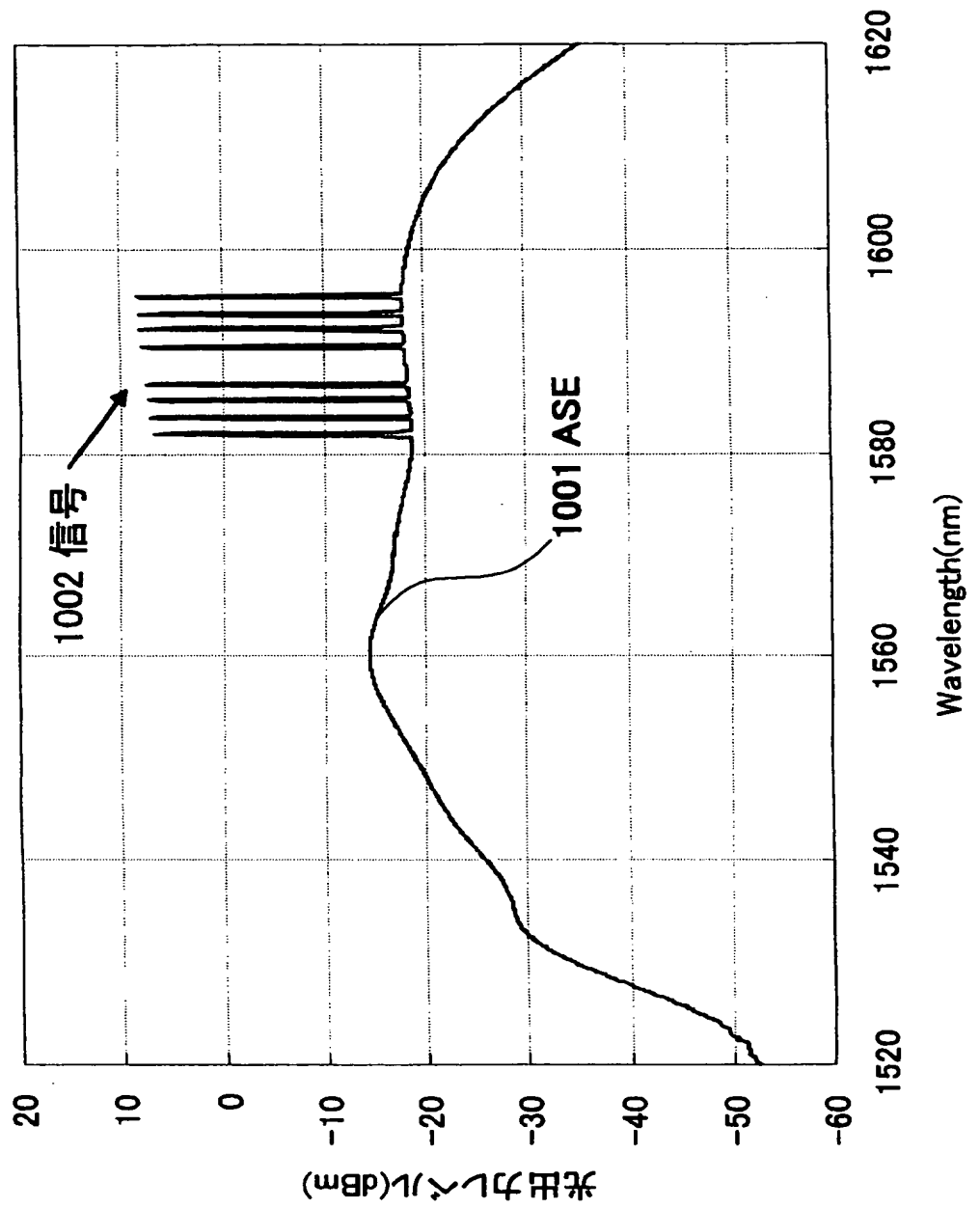
【図 9】

一般的な光増幅器の制御方法を示す図



【図 10】

光増幅器の自然放光を説明する図表



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度や信号入力のパワーが変化しても設定された利得および出力パワーを保つことができること。

【解決手段】 A S E 発生量は、光増幅部の温度、信号入力パワーによって変化し、利得の変動を招く。入力側の受光器 4 1 2 と出力側の受光器 4 2 2 によりそれぞれ入出力パワーを検出し、光増幅器 4 3 1 の温度を温度検出部 4 3 3 により検出する。制御部 4 0 4 は、これら検出した入出力パワーと温度に基づいて A S E 発生量を A G C 制御で補正する。補正結果により励起 L D 4 3 2 の駆動を制御し、光増幅器 4 3 1 の利得を一定に保持する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 3 8 6 4 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社